

Docket No.: L&L-I0003

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on the date indicated below.

By: Markus Nolf Date: March 1, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Markus Doetsch et al.
Applic. No. : 10/047,007
Filed : January 16, 2002
Title : Method and Device for Generating a Channel-Coded and Subscriber-Coded Message Signal

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 199, based upon the German Patent Application 199 33 489.7, filed July 16, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

For Applicants

MARKUS NOLFF
REG. NO. 37,006

Date: March 1, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf



BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



~~CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT~~

~~CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT~~

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Aktenzeichen: 199 33 489.7

Anmeldetag: 16. Juli 1999

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE
Erstanmelder: Siemens AG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Einrichtung zum Erzeugen eines
kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensig-
nals

IPC: H 03 M, H 04 J, G 08 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Februar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weihmayr

Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals in einem Sender, insbesondere Mobilfunksender, das zur Übertragung einer Nachricht über einen Kanal, insbesondere Funkkanal, vorgesehen ist.

10

In Mehrteilnehmerkommunikationssystemen ist es erforderlich, eine über den Kanal zu übertragende Nachricht im Sender so aufzubereiten, daß sie gegen Störungen geschützt ist und eine Teilnehmerseparierung ermöglicht wird.

15

Der Schutz der Nachricht gegen Störungen wird durch eine Kanalcodierung (wird auch als Fehlerschutzcodierung bezeichnet) erreicht. Bei der Kanalcodierung wird in die zu übertragende Nachricht Redundanz eingebaut. Mit zunehmender Redundanz wird die Störfestigkeit der Nachrichtenübertragung erhöht. Nachteilig ist jedoch, daß dabei auch der für die Übertragung der Nachricht benötigte Frequenzbereich zunimmt, d.h. eine Bandspreizung auftritt.

25

Die Teilnehmerseparierung kann ebenfalls durch eine Codierung der Nachricht erreicht werden. Eine derartige teilnehmerspezifische Codierung wird im folgenden auch als Teilnehmercodierung bezeichnet. Sie dient dazu, Nachrichtensignale von mehreren Teilnehmern in den jeweiligen Empfängern voneinander trennen zu können, obwohl diese Signale gleichzeitig im selben Frequenzband koexistieren. Im Vergleich zu anderen Vielfachzugriffsverfahren wie TDMA (Time Division Multiple Access), FDMA (Frequency Division Multiple Access) oder SDMA (Space Division Multiple Access) weist das Verfahren der Teilnehmercodierung eine höhere Flexibilität auf, da die

35

Teilnehmercodes in einfacher Weise vergebbar und austauschbar sind.

Ein bekanntes Verfahren der Teilnehmercodierung ist CDMA
5 (Code Division Multiple Access). Bei CDMA wird eine Teilneh-
mercodierung durch Aufprägen eines CDMA-Codes auf jedes Da-
tensymbol eines Nachrichtensignals erzeugt. Die CDMA-Teil-
nehmercodierung bewirkt ebenfalls eine Bandspreizung des
Nachrichtensignals und wird deshalb auch als CDMA-Spreiz-
10 codierung bezeichnet.

Bisher wurden Fehlerschutzcodierung und Teilnehmercodierung
getrennt voneinander betrachtet. Dies gilt insbesondere für
das derzeit in der Standardisierung befindliche TD/CDMA (Time
15 Divided Code Division Multiple Access) System, das mit dem
UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) TDD (Time Domain Duplex-
ing) Modus identisch ist. UMTS steht dabei für Universal Mo-
bile Telecommunications Systems und repräsentiert den Mobil-
funkstandard der dritten Generation.

20 In der Veröffentlichung "Combined Coding and Spreading in
CDMA-Systems using Maximum Free Distance Convolutional Codes"
von P. Frenger et al. in "Proc. of the IEEE Vehicular Techno-
logy Conference", (VTC 1998), S. 2497 - 2501, 1998 ist ein
25 Codierer beschrieben, der sowohl eine Kanalcodierung als auch
eine Teilnehmercodierung durchführt. Die Teilnehmercodierung
wird dadurch erreicht, daß Ausgänge von verschiedenen Genera-
toren des Fehlerschutzcodierers von einem Selektor sequenti-
ell und gegebenenfalls mehrfach angewählt werden. Dadurch
30 wird eine nicht zur Bandspreizung beitragende "Signature Se-
quenz" erzeugt, die bei der Detektion zur Auseinanderhaltung
von unterschiedlichen Teilnehmersignalen herangezogen wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum
35 Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensi-
gnals anzugeben, das bei einer möglichst geringen Bandsprei-
zung des Nachrichtensignals eine möglichst gute Fehlersiche-

rung der zu übertragenen Nachricht ermöglicht. Ferner zielt die Erfindung darauf ab, eine Einrichtung zum Erzeugen eines derartigen kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals für einen Sender, insbesondere Mobilfunksender zu schaffen.

5

Zur Lösung der Aufgabenstellung sind die Merkmale der Ansprüche 1 und 11 vorgesehen.

10 Erfindungsgemäß wird der für die Übertragung heranzuziehende Teilnehmercode nicht mehr nur allein unter dem Gesichtspunkt einer möglichst flexiblen und einfachen Handhabung des Vielfachzugriffs, sondern auch unter dem Gesichtspunkt des Fehlerschutzes des zu übertragenen Nachrichtensignals ausgewählt. Dadurch wird die herkömmliche Trennung zwischen Kanalcodierung (zum Zwecke des Fehlerschutzes) und Teilnehmercodierung (zum Zwecke der Teilnehmerseparierung) aufgehoben. 15 Im Ergebnis kann eine Teilnehmerseparierung ermöglichender Gesamtcode mit guten Fehlersicherungseigenschaften und einer geringen Bandspreizung erhalten werden.

20

Vorzugsweise wird der bestimmte Teilnehmercode so ausgewählt, daß der aus dem Kanalcode und dem ausgewählten Teilnehmercode gebildete Gesamtcode eine maximale Hammingdistanz aufweist. Als Hammingdistanz wird der Minimalabstand zwischen zwei (beliebigen) Codewörtern bezeichnet. Je höher die Hammingdi- 25 stanz, desto sicherer und damit fehlertoleranter kann die Decodierung des Gesamtcodes im Empfänger durchgeführt werden.

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme kennzeichnet sich dadurch, 30 daß dem Sender ein von einem das Nachrichtensignal entgegennehmenden Empfänger ausgesendetes, für den Übertragungskanalzustand bzw. die Empfangsqualität repräsentatives Rückmeldesignal mitgeteilt wird, und daß die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes in Abhängigkeit von dem Rückmeldesignal erfolgt. 35

Vorzugsweise enthält das Rückmeldesignal Information über die im Empfänger nach einer Decodierung auftretende Bitfehlerrate. Sofern das Rückmeldesignal eine für den empfangenen Dienst zu hohe Bitfehlerrate anzeigt, kann ein neuer Teilnehmercode ausgewählt werden, der unter den gegebenen Bedingungen einen besseren Störungsschutz und damit einen fehlerfreieren Empfang im Empfänger gewährleistet.

In ebenfalls bevorzugter Weise kann das Rückmeldesignal auch Information über das Auftreten einer fehlerhaften Übermittlung eines Datenblocks oder eines Datenpaketes enthalten. Dadurch kann erreicht werden, daß vor einer nochmaligen Übertragung des Datenblocks oder Datenpakets zu einem Teilnehmercode mit besseren Fehlerschutzeigenschaften gewechselt wird.

Die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes kann auch in Abhängigkeit von dem eingesetzten Kanalcode erfolgen.

Sofern der Kanalcodierer Kanalcodes mit variabler Coderate R erzeugt, kann die Coderate R als Auswahlparameter eingesetzt werden.

Es kann auch ein Kanalcodierer eingesetzt werden, der unterschiedliche Codearten, insbesondere Blockcodes, Faltungscodes, parallel oder seriell verkettete Faltungs- und/oder Blockcodes und insbesondere Turbo-Codes erzeugen kann. In diesem Fall kann sich die Auswahl des Teilnehmercodes nach der Art des eingesetzten Kanalcodes richten.

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme besteht darin, daß die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes in Abhängigkeit von dem zu übertragenden Dienst erfolgt.

Als Teilnehmercodierung kann beispielsweise eine DS-(Direct Sequencing)CDMA-Spreizcodierung, eine MC-(Multicarrier)CDMA-Spreizcodierung oder auch eine FH-(Frequency Hopping)CDMA-Spreizcodierung eingesetzt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

- 5 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

10 Figur 1 eine schematische Darstellung der Luftschnittstelle eines Mobilfunksystems mit Sender und Empfänger;

15 Figur 2 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Bandspreizung bei einer Kanal- und Teilnehmercodierung;

20 Figur 3 eine Darstellung zur Erläuterung der Bandspreizung bei DS-CDMA und MC-CDMA;

25 Figur 4 ein Blockschaltbild eines Senders mit einer Codiereinrichtung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

30 Figur 5 ein Blockschaltbild eines Kanalcodierers mit variabler Coderate.

35 Figur 1 zeigt einen Sender S und einen Empfänger E eines Mobilfunksystems. Der Sender S bzw. der Empfänger E können sowohl einer Basisstation als auch einer Mobilstation eines insbesondere zellularen Mobilfunksystems zugeordnet sein.

40 Eine Nachrichtenquelle Q, beispielsweise Mikrophon, Kamera, usw., erzeugt eine zu übertragende Nachricht. Die zu übertragende Nachricht kann sowohl in Form eines Analogsignals (beispielsweise Sprach-, Musik-, Videosignal) als auch in Form
45 eines digitalen Signals (beispielsweise Speicherinhalt eines digitalen Sprach-, Musik-, Bildspeichers) vorliegen. Die Nachricht wird sodann einem Quellencodierer QC zugeführt, wo-

bei im erstgenannten Fall (analoges Nachrichtensignal) zuvor eine Analog-Digital-Umsetzung des Nachrichtensignals vorgenommen wird. Der Quellencodierer QC setzt das empfangene digitale Nachrichtensignal in ein digitales Signal mit geringerer Redundanz um. Er bewirkt somit eine Informationsverdichtung oder Datenkompression, die ermöglicht, daß die nachfolgende Datenverarbeitung und -übertragung grundsätzlich mit einer niedrigeren Datenrate erfolgen kann.

- 10 Ist eine paketvermittelte Datenübertragung vorgesehen, wird in dem Quellencodierer QC ferner eine Einteilung der Nachrichtendaten in einzelne Datenpakete vorgenommen.

- 15 Ein Kanalcodierer KC nimmt die quellencodierten Nachrichtendaten entgegen und führt in noch näher zu beschreibender Weise eine an den Übertragungskanal angepaßte Kanalcodierung durch.

- 20 Ein dem Kanalcodierer KC nachgeschalteter optionaler Verschachteler IL hat ebenfalls eine Verbesserung der Fehlersicherheit der empfangenen Nachricht zum Ziel. Durch die sendenseitige Verschachtelung des zu übertragenden, kanalcodierten Nachrichtensignals wird bei der Decodierung im Empfänger die statistische Unabhängigkeit auftretender Detektionsfehler erhöht.

- 30 Dem Verschachteler IL ist ein Modulator MOD nachgeschaltet, der in nicht näher dargestellter Weise einen Blockbildner, einen Spreizcodierer und die eigentliche Modulatorstufe enthält. Ein von dem Modulator MOD ausgegebenes Basisbandsignal wird in einer Hochfrequenzstufe HF einem hochfrequenten Träger aufmoduliert und mittels einer Antenne als Funksignal FS abgestrahlt.

- 35 Das Funksignal FS wird über die Luftschnittstelle übertragen und von dem Empfänger E empfangen. Gleichzeitig empfängt der

Empfänger E auch Funksignale, die von anderen Sendern des Mehrteilnehmerkommunikationssystems gesendet werden.

Die empfangenen Nachrichtensignale werden in einer Hochfrequenzstufe HF' in das Basisband umgesetzt. Das von der Hochfrequenzstufe HF' ausgegebene Basisbandsignal wird einem Demodulator DMOD zugeführt. Der Demodulator DMOD umfaßt in nicht näher dargestellter Weise einen Analog-zu-Digital-Umsetzer, einen Spreizdecodierer und einen adaptiven, kohärenten Datendetektor.

Dem Spreizdecodierer ist der von dem hier betrachteten Sender S verwendete Spreizcode (Teilnehmercode) bekannt bzw. es wird ihm bei einer Änderung desselben der aktuelle Spreizcode mitgeteilt. Durch Korrelation des (sämtliche empfangenen Nachrichtensignale enthaltenden) Basisbandsignals mit dem senderseitig verwendeten Spreizcode führt der Spreizdecodierer eine Teilnehmerseparierung durch, d.h. gewinnt aus dem Basisbandsignal den auf den Sender S zurückgehenden Signalanteil zurück.

Der adaptive kohärente Datendetektor führt dann eine an den momentanen Zustand des Übertragungskanals (Luftschnittstelle) angepaßte Detektion des von dem Sender S stammenden, übertragenen Nachrichtensignals unter Berücksichtigung des Betrags und der Phase der Empfangsfeldstärke desselben durch. An seinem Ausgang stellt der Demodulator DMOD eine Datensymbolfolge bereit, die eine Rekonstruktion der von dem Modulator MOD im Sender S entgegengenommenen Datensymbolfolge ist.

Es kann auch eine Mehrteilnehmerdetektion vorgesehen sein, bei der der Datendetektor mehrere Teilnehmersignale detektiert, wodurch auf andere Teilnehmersignale zurückgehende (deterministische) Störungsanteile im interessierenden Teilnehmersignal eliminiert werden können.

Die von dem Demodulator DMOD ausgegebene Datensymbolfolge wird von einem (optionalen) Entschachteler DIL wieder in die richtige Reihenfolge gebracht (d.h. die von dem Verschachteler IL bewirkte Datensymbol-Verschachtelung wird rückgängig gemacht) und einem Kanaldecodierer KDC zugeleitet. Der Kanaldecodierer KDC führt eine Decodierung der detektierten, codierten Datensymbole gemäß dem in dem Kanalcodierer KC verwendeten Kanalcode durch. Hierzu ist dem Kanaldecodierer KDC der im Sender S verwendete Kanalcode bekannt bzw. es wird ihm bei Änderungen desselben der aktuelle Kanalcode mitgeteilt.

Um das Arbeiten des Kanaldecodierers KDC zu unterstützen und die Anzahl der korrigierbaren Detektionsfehler zu erhöhen, kann vom adaptiven kohärenten Datendetektor zu jedem detektierten Datensymbol eine Zuverlässigkeitsinformation erzeugt und dem Kanaldecodierer KDC mitgeteilt werden (sogenannte "soft decision").

Der Kanaldecodierer KDC erzeugt eine Datensymbolfolge, deren Datensymbole Rekonstruktionen der Datensymbole sind, die von dem Kanalcodierer KC des Senders S entgegengenommen werden.

Ein Datensymbol wird entweder falsch oder richtig rekonstruiert. Die Bitfehlerrate gibt die relative Häufigkeit falsch rekonstruierter Datensymbole an.

Die von dem Kanaldecodierer KDC decodierten Datensymbole werden in einem Quellendecodierer QDC quellendecodiert, gegebenenfalls in ein analoges Datensignal gewandelt und einer geeigneten Nachrichtensenke D (Lautsprecher, Display, usw.) zugeführt.

Anhand der Figur 2 wird die im Sender S durch die Kanal- und Spreizcodierung erzeugte Bandspreizung des auszusendenden Nachrichtensignals erläutert. Das dem Kanalcodierer KC zugeführte quellencodierte digitale Nachrichtensignal besteht aus einer Folge von Bits u . Die Dauer eines Bits u ist T_u . Der

Kanalcodierer KC fügt der Folge von Bits u Redundanz hinzu und gibt eine Folge von Bits b der Bitdauer T_b aus. Die Coderate R des Kanalcodierers KC ist in üblicher Weise als das Verhältnis k/n definiert, wobei n die Anzahl der Bits b ist, die am Ausgang des Kanalcodierers KC in Antwort auf k in den Kanalcodierer KC eingegebene Bits u (durch Hinzufügen von r Redundanzbits) bereitgestellt wird, d.h. $n = k + r$. Demzufolge gilt: $R = T_b/T_u$. Typischerweise liegt die Coderate R zwischen $1/3$ und 1 . Die Bandbreite des Nachrichtensignals wird im Kanalcodierer KC von $1/T_u$ auf $1/T_b$ erweitert, d.h. "gespreizt".

Die im Ausgangssignal des Kanalcodierers KC enthaltenen Bits b werden anschließend in einem (optionalen) Bit-zu-Symbol-Umsetzer BSU auf mehrvalente Datensymbole d abgebildet. Jedes Datensymbol d weist eine Symboldauer von T_s auf. Es gilt $T_s \geq T_b$.

Die Datensymbole d werden schließlich in dem Spreizcodierer SC des Modulators MOD spreizmoduliert. Im Falle von DS-CDMA wird jedes Datensymbol mit einem individuellen CDMA-Spreizcode (Teilnehmercode) der Länge L multipliziert. Die dabei erzeugten Chips c weisen die Chipdauer T_c auf.

Die in Figur 2 dargestellte Kombination aus Kanalcodierer KC und Spreizcodierer SC kann sowohl gedanklich als auch konstruktiv zu einer (Gesamt-)Codiereinrichtung COD (siehe auch Figur 4) zusammengefaßt werden. Der Einfachheit halber wird im folgenden angenommen, daß der Bit-zu-Symbol-Umsetzer BSU nicht vorhanden ist, d.h. $b = d$ und $T_b = T_s$. Für die Coderate R_c der erfindungsgemäßen Codiereinrichtung COD gilt dann $R_c = T_c/T_u = k/nL$. Die Coderate R_c der Codiereinrichtung COD wird also sowohl von der Coderate R des Kanalcodierers KC als auch von der Länge L des verwendeten CDMA-Spreizcodes beeinflusst.

35

Figur 3 veranschaulicht zwei spezielle Formen der CDMA-Spreizcodierung, nämlich DS-CDMA (obere Darstellung in Figur

3) und MC-CDMA (untere Darstellung in Figur 3). Die Vertikalachse repräsentiert dabei die Bandspreizung Δf im Frequenzbereich und die Horizontalachse repräsentiert die Zeitdauer Δt .

5

Bei DS-CDMA wird ein Datensymbol d in einem Multiplizierer M mit einem teilnehmerspezifischen CDMA-Spreizcode C bestehend beispielsweise aus $L = 4$ Codeelementen c_1, c_2, c_3, c_4 jeweils der Chipdauer T_c multipliziert. Die sich ergebende spreizcodierte (d.h. teilnehmercodierte) Datenfolge besteht aus vier Chips dc_1, dc_2, dc_3, dc_4 und weist eine Frequenzbreite von $4/T_s$ auf.

10

15

20

Bei MC-CDMA wird das Datensymbol d unter Verwendung des vorstehenden CDMA-Spreizcodes C auf vier den einzelnen Codeelementen c_1, c_2, c_3, c_4 jeweils zugeordneten schmalbandigen, disjunkten Frequenzbändern f_1, f_2, f_3 bzw. f_4 übertragen. Die Frequenzbänder f_1, f_2, f_3 und f_4 können diskontinuierlich im Frequenzbereich verteilt sein. Die resultierende Bandspreizung ist wiederum $4/T_s$, d.h. allgemein L/T_s bei Zugrundelegung eines CDMA-Spreizcodes der Länge L .

25

30

35

Figur 4 zeigt den in Figur 1 dargestellten Sender S in größerem Detail. Es wird deutlich, daß der Quellencodierer QC , der Kanalcodierer KC , der Verschachteler IL und der in dem Modulator MOD enthaltene Spreizcodierer SC von einer zentralen Steuereinheit SES des Senders S gesteuert werden. Mit der Steuereinheit SES steht ferner ein weiterer Verschachteler $IL1$ in Verbindung, der im Signalweg zwischen dem Quellencodierer QC und der Codiereinrichtung COD angeordnet ist. In einem Speicher ME , beispielsweise einem ROM, sind verschiedene CDMA-Spreizcodes gespeichert. Über eine Verbindung $V1$ mit der Steuereinheit SES kann ein bestimmter CDMA-Spreizcode ausgewählt und zur teilnehmerspezifischen Spreizcodierung des Nachrichtensignals über eine Datenverbindung $V2$ in den Modulator MOD heruntergeladen werden.

Bei der Auswahl des bestimmten Spreizcodes können verschiedene Einflußgrößen Berücksichtigung finden.

5 Zunächst ist zu beachten, daß ein noch "freier" CDMA-Spreizcode verwendet wird, der aktuell von keinem anderen in dem gleichen räumlichen Gebiet kommunizierenden Teilnehmer eingesetzt wird. Zu diesem Zweck kann der Empfänger E (z.B. eine Basisstation) dem Sender S gegebenenfalls eine "Vorschlagsliste" aller zur Zeit freien CDMA-Spreizcodes mitteilen. Auch
10 andere mit der Handhabung des Vielfachzugriffs im Zusammenhang stehende Aspekte können dem Sender S mitgeteilt werden und bei der späteren Codevergabe berücksichtigt werden.

Erfindungsgemäß wird bei der Auswahl des bestimmten CDMA-Spreizcodes aber auch der Fehlerschutzgrad des von der Codiereinrichtung COD ausgegebenen codierten Nachrichtensignals berücksichtigt. Dem liegt zugrunde, daß eine Kombination eines in Hinblick auf die Kanalübertragung optimierten Kanalcodes mit einem in Hinblick auf die Teilnehmerseparierung
20 optimierten Spreizcode nicht notwendigerweise einen "Gesamtcode" mit optimalen Fehlerschutzeigenschaften (d.h. z.B. ein optimales Bitfehlerverhältnis im Empfänger E) herbeiführt. Die Erfindung ermöglicht, den durch Kanal- und Spreizcodierung erzeugten Gesamtcode durch eine gezielte Wahl
25 des CDMA-Spreizcodes so zu optimieren, daß ein besserer Empfang am Empfänger E erreicht wird.

Die Auswahl eines geeigneten CDMA-Spreizcodes durch die zentrale Steuereinheit SES kann beispielsweise folgendermaßen
30 getroffen werden:

Sofern in dem Kanalcodierer KC, wie noch im folgenden näher erläutert, unterschiedliche Kanalcodes erzeugt werden können, kann jedem Codepaar (Kanalcode, CDMA-Spreizcode) eine Bewertungsziffer zugeordnet sein, die den Fehlerschutzgrad des von dem Codepaar erzeugten Gesamtcodes angibt. (Die jeweiligen
35 Bewertungsziffern können zuvor durch Simulationsrechnungen

ermittelt und der Steuereinheit SES herstellerseitig eingegeben sein). Dann kann beim Aufbau einer Kommunikationsverbindung dasjenige Codepaar (Kanalcode, CDMA-Spreizcode) ausgewählt werden, das bei Vernachlässigung jener Codepaare, die
5 aufgrund von Vielfachzugriffs-Beschränkungen nicht in Frage kommen, die höchste Bewertungsziffer aufweist.

Falls der Kanalcode fest vorgegeben ist, kann in analoger Weise verfahren werden. Es wird dann einfach der (mögliche)
10 CDMA-Spreizcode ausgewählt, dessen Bewertungsziffer - berechnet bezüglich des vorgegebenen Kanalcodes - maximal ist.

Anstelle einer durch Simulationsrechnung bestimmten Bewertungsziffer kann der Auswahl des bestimmten CDMA-Spreizcodes
15 bzw. des Codepaars auch die Hammingdistanz des Gesamtcodes zugrunde liegen, d.h. ein CDMA-Spreizcode ausgewählt werden, der einen Gesamtcode mit maximaler Hammingdistanz erzeugt.

Schließlich ist die Auswahl des CDMA-Spreizcodes bzw. des
20 Codepaars (Kanalcode, CDMA-Spreizcode) so zu treffen, daß entweder eine möglichst geringe Bandspreizung erhalten oder eine vorgegebene, maximal zulässige Bandspreizung eingehalten wird.

25 Nach einer Auswahl des bestimmten CDMA-Spreizcodes bzw. eines Codepaars (Kanalcode, CDMA-Spreizcode) muß der ausgewählte CDMA-Spreizcode bzw. das ausgewählte Codepaar noch dem Empfänger E mitgeteilt werden, damit eine Decodierung des codierten gesendeten Nachrichtensignals im Empfänger E möglich
30 wird.

Es ist auch möglich, daß bei der Auswahl des CDMA-Spreizcodes bzw. des Codepaars ein von dem Empfänger E ausgesendetes Rückmeldesignal als Einflußgröße berücksichtigt wird. Im Empfänger E kann der durch die Codierung erreichte Fehlerschutzgrad anhand der sich ergebenden Übertragungsqualität direkt
35 ermittelt werden. Beispielsweise kann im Empfänger E durch

- einen einfachen Parity-check die fehlerhafte Übertragung eines empfangenen Datenblocks oder Datenpakets festgestellt oder durch eine Berechnung der Varianz der den empfangenen Datensymbolen zugeordneten Zuverlässigkeitsinformation die
- 5 Bitfehlerrate geschätzt werden. Ein Rückmeldesignal, das Information über die geschätzte Bitfehlerrate und/oder Fehlerzustandsinformation enthält, kann dann im Sender S bei der Auswahl des bestimmten CDMA-Spreizcodes bzw. Codepaars berücksichtigt werden. Treten im Laufe einer Kommunikation kri-
- 10 tische Übertragungsverhältnisse ein, kann durch einen Wechsel des CDMA-Spreizcodes bzw. des Codepaars eine Verbesserung oder zumindest eine Aufrechterhaltung der Kommunikationsverbindung erreicht werden.
- 15 Ferner ist möglich, daß die Auswahl des bestimmten CDMA-Spreizcodes oder des Codepaars in dem Empfänger E erfolgt und dem Sender S in Form einer Codevergabebezeichnung mitgeteilt wird.
- 20 Bei der Wahl des bestimmten CDMA-Spreizcodes oder Codepaars können u.a. auch die folgenden Einflußgrößen berücksichtigt werden:
- der Quellencode des Quellencodierers QC, sofern eine variable Quellencodierung vorgesehen ist,
- 25
- die Verschachtelungstiefe und Verschachtelungsart (Blockverschachtelung, Faltungsverschachtelung), sofern ein Verschachteler IL1 oder IL mit variabler Verschachtelungstiefe/Verschachtelungsart vorgesehen ist,
- 30
- beim Kanalcode (bereits erwähnt) insbesondere die Code-rate R und die Codeart, sofern ein Kanalcodierer KC mit variabler Coderate und/oder variabler Codeart vorgesehen
- 35 ist,

- der aktuelle Dienst (Service), sofern - wie üblich - eine Vielzahl von Diensten angeboten wird (beispielsweise beträgt die maximal erlaubte Bitfehlerrate bei Sprachdiensten etwa 10^{-3} und bei Datendiensten 10^{-6}).

5

Figur 5 zeigt ein spezielles Beispiel eines im Rahmen der Erfindung einsetzbaren Kanalcodierers KC mit variabler Coderate R.

- 10 Der Kanalcodierer KC umfaßt einen ersten rekursiven systematischen Faltungscodierer FC1, eine Coderaten-Erhöchststufe, die aus zwei Punktierern P1, P2 und einem Multiplexer MUX aufgebaut ist, einen der Coderaten-Erhöchststufe P1/P2/MUX nachgeschalteten Verschachtelter ILC, einen zweiten rekursiven
- 15 systematischen Faltungscodierer FC2 und eine weitere Coderaten-Erhöchststufe P1'/P2'/MUX', die konstruktiv identisch mit der ersten Coderaten-Erhöchststufe P1/P2/MUX ausgebildet sein kann.

- 20 Jeder Faltungscodierer FC1, FC2 weist eingangsseitig einen ersten Addierer ADD1 und ein dem ersten Addierer ADD1 nachgeschaltetes Schieberegister mit zwei Speicherzellen T auf. Die Faltungscodierer FC1, FC2 weisen jeweils einen ersten Ausgang O1 auf, an dem eine Binärfolge ausgegeben wird, deren Elemente (Bits) identisch mit den ursprünglich empfangenen Daten-
- 25 bits u sind. Codierer mit dieser Eigenschaft werden als systematische Codierer bezeichnet. An einem zweiten Ausgang O2 stellt der Faltungscodierer FC1 bzw. FC2 eine Redundanz-Binärdatenfolge bereit, die von einem zweiten Addierer ADD2 gebildet wird. Es wird deutlich, daß ein zu einem bestimmten
- 30 Zeitpunkt an dem zweiten Ausgang O2 vorliegendes Redundanzbit von dem Eingangsbit u sowie den in den zwei Speicherzellen T gespeicherten vorhergehenden Bits u abhängig ist. Die Faltungscodierer FC1, FC2 besitzen daher die Rückgrifftiefe 3.

35

Da pro Eingangsbit u genau ein Redundanzbit erzeugt wird, beträgt die Coderate des ersten Faltungscodierers FC1 sowie

auch die Coderate des zweiten Faltungscodierers FC2 jeweils 0,5.

Der Punktierer P1 nimmt die an dem Ausgang O1 bereitgestellte systematische Bitfolge (Eingangsbits u) entgegen. Die am Ausgang O2 des ersten Faltungscodierers FC1 bereitgestellte Redundanz-Bitfolge wird dem zweiten Punktierer P2 zugeführt. Beide Punktierer P1, P2 weisen einen Steuereingang auf, der mit der Steuereinheit SES des Senders S, wie in Figur 4 dargestellt, in Verbindung steht. Über diesen Steuereingang wird den Punktierern P1 bzw. P2 eine von der Steuereinheit SES ausgegebene Punktieranweisung PA1 bzw. PA2 mitgeteilt. Die Punktieranweisung PA1 bzw. PA2 gibt jeweils ein Punktiermuster an, gemäß dem die den jeweiligen Punktierer durchlaufende systematische bzw. Redundanz-Bitfolge zu punktieren ist.

Beispielsweise kann das Punktiermuster "xx0xx0xx0xx0..." lauten. Dabei bedeutet x "punktieren" und 0 bedeutet "nicht punktieren". Bei einer solchen Punktieranweisung PA1 bzw. PA2 werden demnach immer zwei Datensymbole punktiert, d.h. aus der Bitfolge eliminiert, und eines weitergeleitet.

Die von den Punktierern P1, P2 weitergeleiteten und in dem Multiplexer MUX multiplexierten Bits werden nach einer blockweisen oder konvolutionalen Verschachtelung im Verschachteler ILC, wie bereits beschrieben, dem zweiten Faltungscodierer FC2 zugeführt und dort in gleicher Weise wie in dem ersten Faltungscodierer FC1 weiterverarbeitet. Das kanalcodierte Nachrichtensignal steht am Ausgang des zweiten Multiplexers MUX' zur Verfügung.

Die mit dem Kanalcodierer KC minimal erzielbare Coderate R beträgt $1/4$. Durch die Ansteuerung der Punktierer P1 bzw. P2 (und in nicht dargestellter Weise gegebenenfalls auch P1' und P2') kann die Coderate R des Kanalcodierers KC nach Wunsch variiert werden.

Eine andere Möglichkeit, den im Kanalcodierer KC erzeugten Kanalcode variabel zu gestalten, besteht darin, die Codeart des Codierers zu ändern. Der in Figur 5 dargestellte Kanalcodierer erzeugt einen seriell verketteten Faltungscode. Werden
5. anstelle der Faltungscodierer FC1, FC2 Blockcodierer eingesetzt, wird ein seriell verketteter Blockcode erzeugt. In analoger Weise können parallel verkettete Codes (Faltungs-
codes, Blockcodes oder Kombinationen derselben) erzeugt werden. Durch einen modularen Aufbau eines Kanalcodierers mit
10 entsprechenden Umschaltmöglichkeiten wird eine große Anzahl verschiedener Codearten realisierbar, die dann ebenfalls von der Steuereinheit SES nach Wunsch einstellbar sind.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß erfindungsgemäß der
15 durch die Auswahlmöglichkeit eines Teilnehmercodes realisierte zusätzliche Freiheitsgrad unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung des Fehlerschutzes ausgenutzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals in einem Sender (S), insbesondere Mobilfunkt-
5 bilfunkt-
- mit einer Codiereinrichtung (COD), die ein durch eine Folge von Datensymbolen repräsentiertes Nachrichtensignal entgegennimmt, das entgegengenommene Nachrichtensignal mit einem Kanalcode kanalcodiert und mit einem aus mehreren verfügbaren Teilnehmercodes ausgewählten, bestimmten Teilnehmercode
10 (C) teilnehmercodiert, und die ein zu übertragendes kanal- und teilnehmercodiertes Nachrichtensignal ausgibt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- daß der bestimmte Teilnehmercode (C) unter Berücksichtigung
15 des Fehlerschutzgrades des zu übertragenden Nachrichtensignals aus den verfügbaren Teilnehmercodes ausgewählt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
20 - daß die Wahl des Teilnehmercodes (C) so getroffen wird, daß der aus dem Kanalcode und dem ausgewählten, bestimmten Teilnehmercode (C) gebildete Gesamtcode eine maximale Hammingdistanz aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- daß dem Sender (S) ein von einem Empfänger (E) ausgesendetes, für den Übertragungskanalzustand oder die Empfangsqualität repräsentatives Rückmeldesignal mitgeteilt wird, und
30 - daß die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes (C) in Abhängigkeit von dem Rückmeldesignal erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
35 - daß das Rückmeldesignal Information über die in dem Empfänger (E) nach einer Decodierung auftretende Bitfehlerrate enthält.

5. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
5 - daß das Rückmeldesignal Information über das Auftreten eines Fehlers bei der Übermittlung eines Datenblocks oder eines Datenpaketes enthält.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
- daß der Kanalcodierer (KC) Kanalcodes mit variabler Coderate R erzeugen kann, und
- daß die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes (C) in Abhängigkeit von der Coderate R des eingesetzten Kanalcodes
15 erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- daß der Kanalcodierer (KC) unterschiedliche Codearten, insbesondere Blockcodes, Faltungscodes, parallel oder seriell
20 verkettete Faltungs- und/oder Blockcodes und Turbo-Codes erzeugen kann, und
- daß die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes (C) in Abhängigkeit von der Codeart erfolgt.
- 25
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- daß die Auswahl des bestimmten Teilnehmercodes (C) in Abhängigkeit von dem zu übertragenden Dienst erfolgt.
- 30
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- daß als Teilnehmercodierung eine DS-CDMA-Spreizcodierung eingesetzt wird.
- 35

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,

- daß als Teilnehmercodierung eine MC-CDMA-Spreizcodierung eingesetzt wird.

5

11. Einrichtung zum Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals in einem Sender, insbesondere Mobilfunksender,

- mit einer Codiereinrichtung (COD), die ein durch eine Folge von Datensymbolen repräsentiertes Nachrichtensignal entgegennimmt und ein zu übertragendes, kanal- und teilnehmercodiertes Nachrichtensignal ausgibt, wobei die Codiereinrichtung (COD)

- einen Kanalcodierer (KC), der das Nachrichtensignal mit einem Kanalcode kanalcodiert, und

- einen Teilnehmercodierer (SC), der das Nachrichtensignal mit einem aus mehreren verfügbaren Teilnehmercodes ausgewählten, bestimmten Teilnehmercode teilnehmercodiert, enthält,

20 dadurch gekennzeichnet,

- daß der bestimmte Teilnehmercode (C) unter Berücksichtigung des Fehlerschutzgrades des zu übertragenden Nachrichtensignals aus den verfügbaren Teilnehmercodes ausgewählt wird.

25 12. Einrichtung nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

- daß der Kanalcodierer (KC) in der Lage ist, einen Kanalcode mit variabler Coderate R und/oder variabler Codeart zu erzeugen.

30

Zusammenfassung

Verfahren und Einrichtung zum Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals

5

Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals nimmt eine Codiereinrichtung COD ein durch eine Folge von Datensymbolen repräsentiertes Nachrichtensignal entgegen. Das Nachrichtensignal wird mit einem Kanalcode kanalcodiert und mit einem aus mehreren verfügbaren Teilnehmercodes ausgewählten, bestimmten Teilnehmercode teilnehmercodiert. Der bestimmte Teilnehmercode wird unter Berücksichtigung des Fehlerschutzgrades des zu übertragenden, kanal- und teilnehmercodierten Nachrichtensignals aus den im Speicher ME verfügbaren Teilnehmercodes ausgewählt.

10

15

(Fig. 4)

Bezugszeichenliste

	Q	Nachrichtenquelle1
	QC	Quellencodierer
5	KS	Kanalcodierer
	IL	Verschachteler
	MOD	Modulator
	HF, HF'	Hochfrequenzstufe
	FS	Funksignal
10	DMOD	Demodulator
	DIL	Entschachteler
	KDC	Kanaldecodierer
	QDC	Quellendecodierer
	D	Nachrichtensenke
15	S	Sender
	E	Empfänger
	BSU	Bit-zu-Symbol-Umsetzer
	SC	Spreizcodierer
	M	Multiplizierer
20	SES	Steuereinheit
	IL1	Verschachteler
	ME	Speicher
	COD	Codiereinrichtung
	V1, V2	Datenverbindung
25	FC1	erster Faltungscodierer
	FC2	zweiter Faltungscodierer
	ADD1	erster Addierer
	ADD2	zweiter Addierer
	T	Speicherzelle
30	P1, P2	steuerbarer Punktierer
	PA1, PA2	Punktieranweisung
	P1', P2'	Punktierer
	O1, O2	Ausgang

MUX	Multiplexer
MUX'	Multiplexer
ILC	Verschachteler

1/7

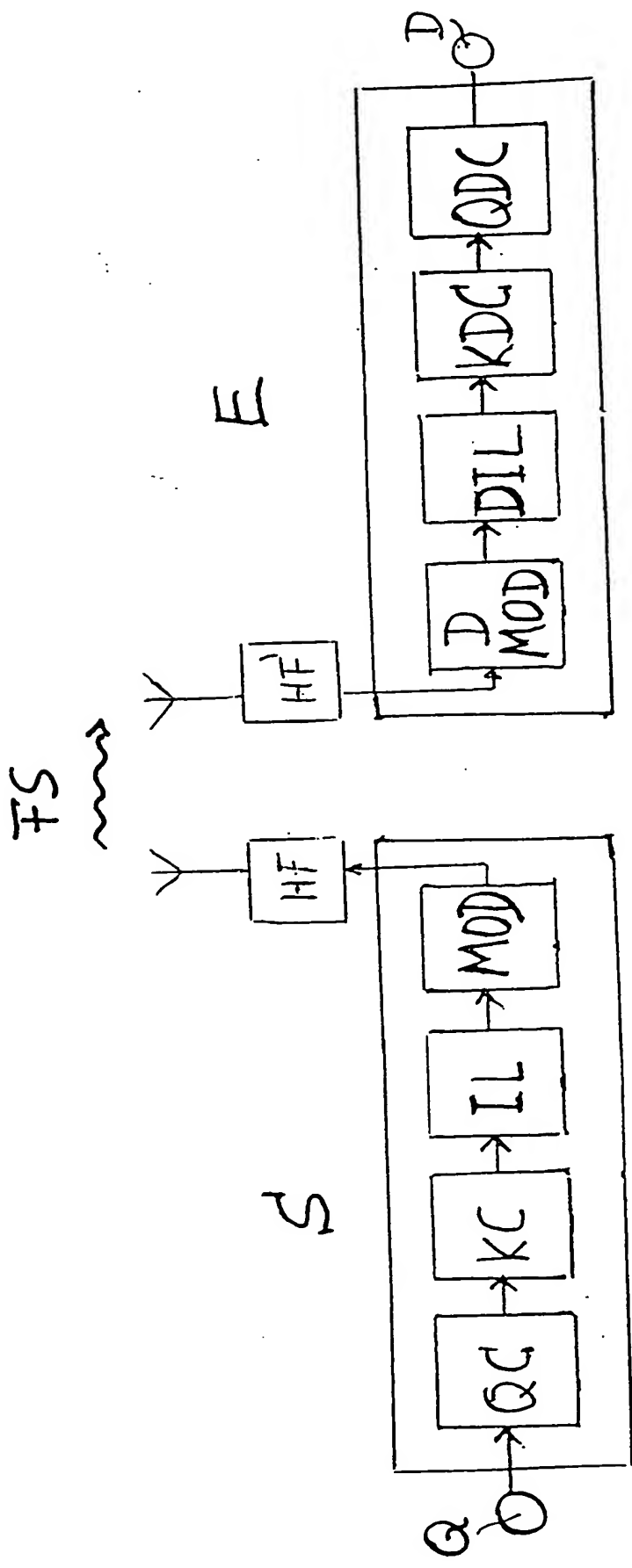


Fig. 1

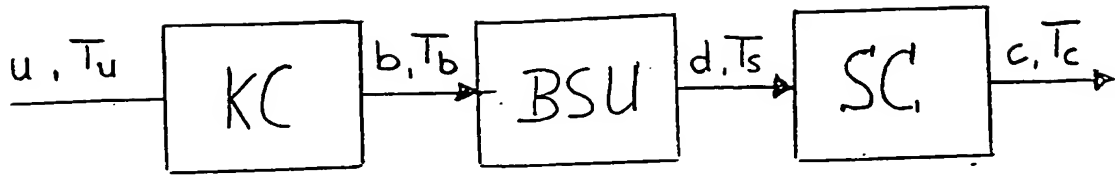


Fig. 2

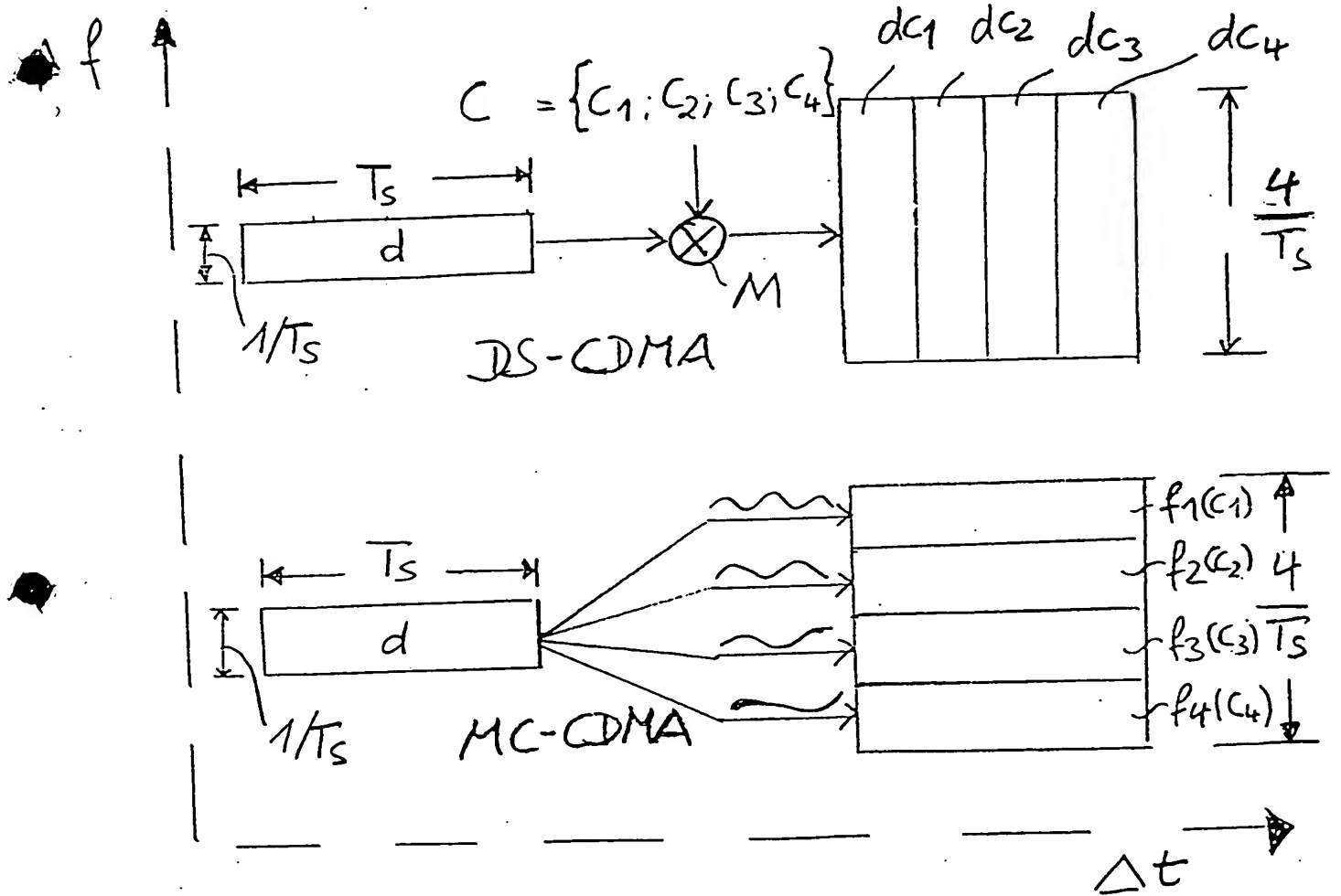


Fig. 3

5/4

5

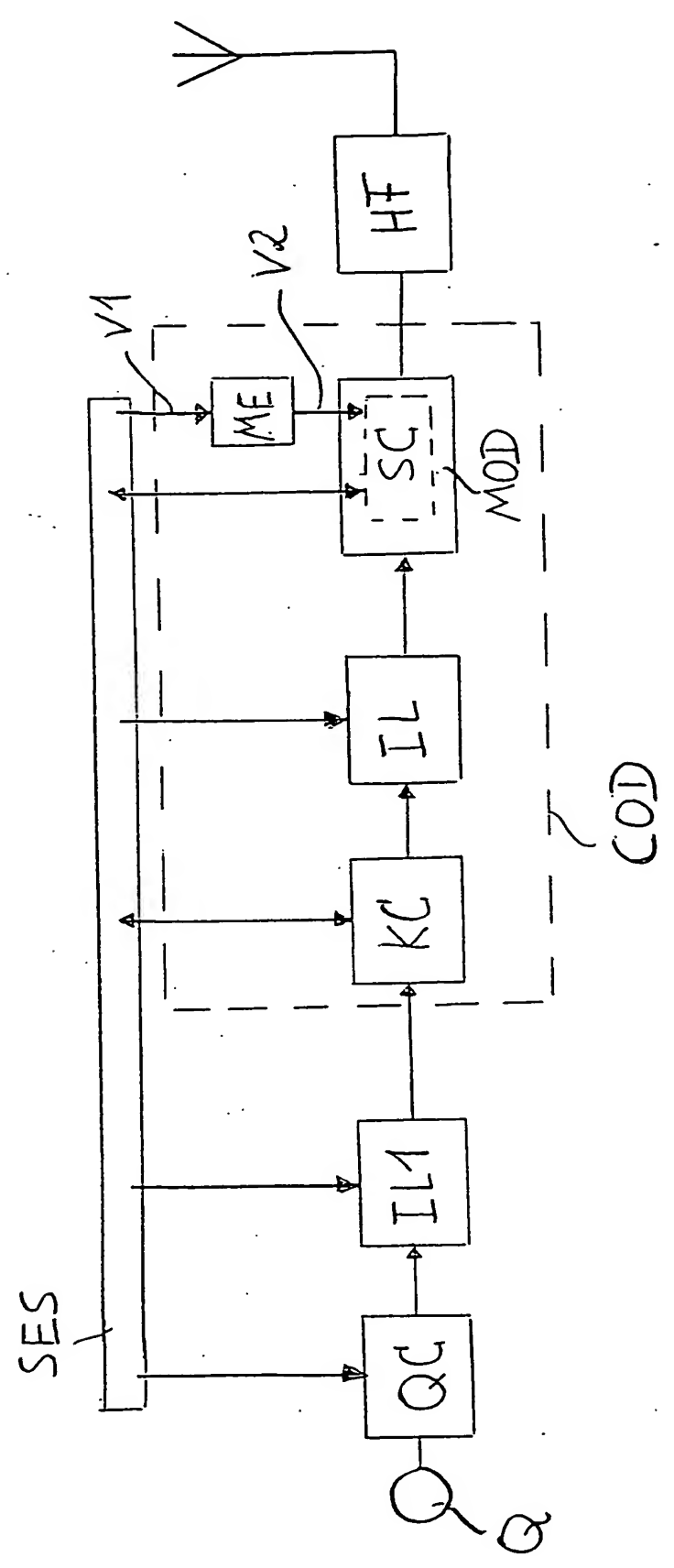


Fig. 4

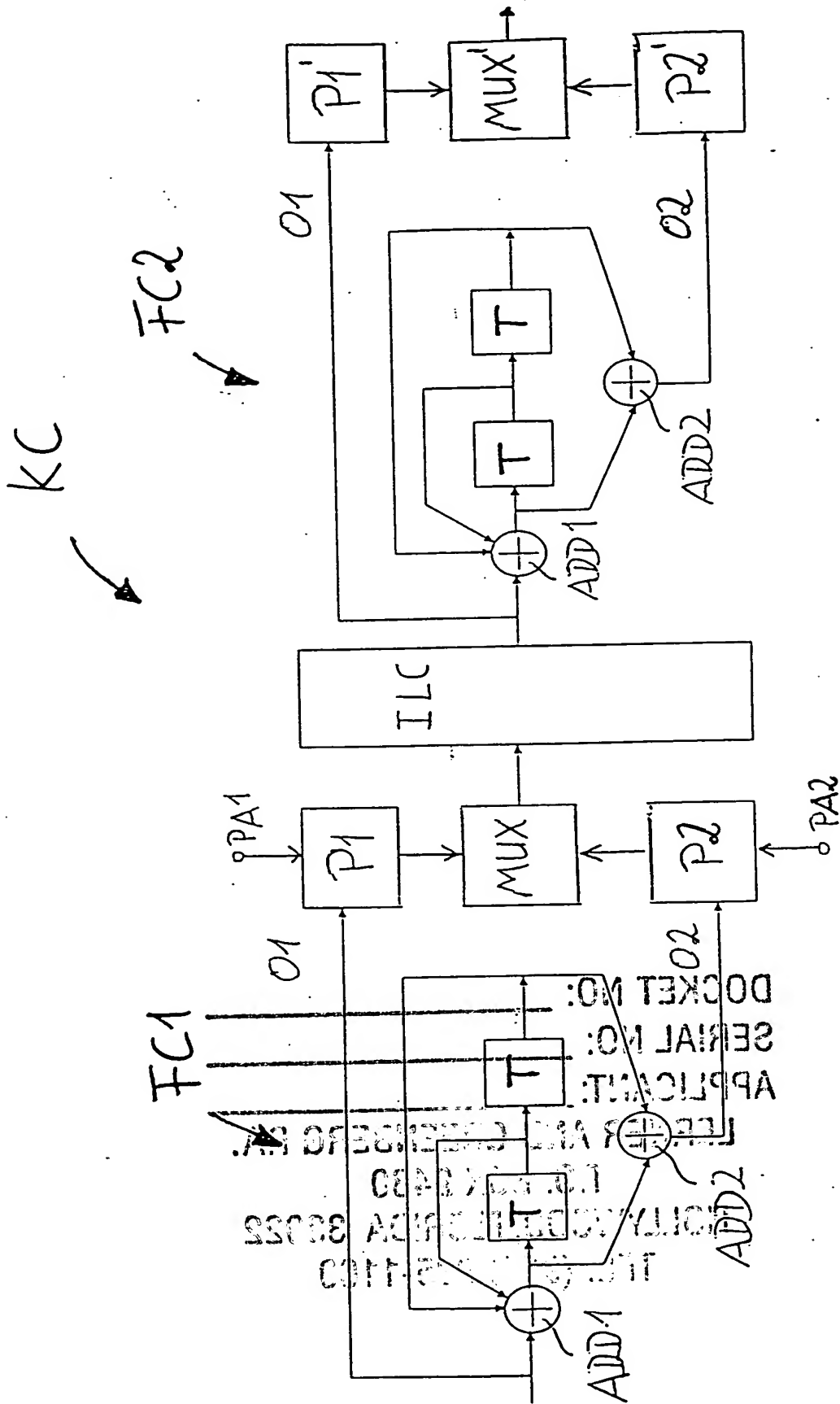


Fig. 5